

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**Gas-phase epitaxial method and apparatus for carrying it out**

**Patent number:** DE3608783  
**Publication date:** 1987-09-17  
**Inventor:** WOELK EGBERT (DE)  
**Applicant:** TELEFUNKEN ELECTRONIC GMBH (DE)  
**Classification:**  
- **international:** C30B25/12; C30B25/14; C30B35/00; H01L21/205; H01L21/365; H01L21/68; H05B6/10  
- **european:** C30B25/12; C30B25/18  
**Application number:** DE19863608783 19860315  
**Priority number(s):** DE19863608783 19860315

**Abstract of DE3608783**

The invention relates to a gas-phase epitaxial method in which the semiconductor wafers are caused to rotate during the deposition. The essence of the invention is that the support body for the semiconductor wafers is caused to rotate by a directional gas jet. Furthermore, the support body itself is preferably held in a floating manner on a gas bearing.

⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3608783 C2

② Aktenzeichen: P 36 08 783.1-43  
③ Anmeldetag: 15. 3. 86  
④ Offenlegungstag: 17. 9. 87  
⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 8. 89

⑥ Int. Cl. 4:  
C30B 25/12  
H 01 L 21/205  
H 01 L 21/365  
H 01 L 21/88

DE 3608783 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑬ Patentinhaber:  
Telefunken electronic GmbH, 7100 Heilbronn, DE

⑭ Erfinder:  
Woelk, Egbert, 5100 Aachen, DE

⑮ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 35 04 021  
DE-OS 34 02 830  
DE-OS 33 06 899  
DE-OS 31 37 301

US-Z: IBM Technical Disclosure Bulletin, 13, Nr.7,  
Dez. 1970, S.2081;

⑯ Gasphasen-Epitaxieverfahren und Vorrichtung zu seiner Durchführung

DE 3608783 C2

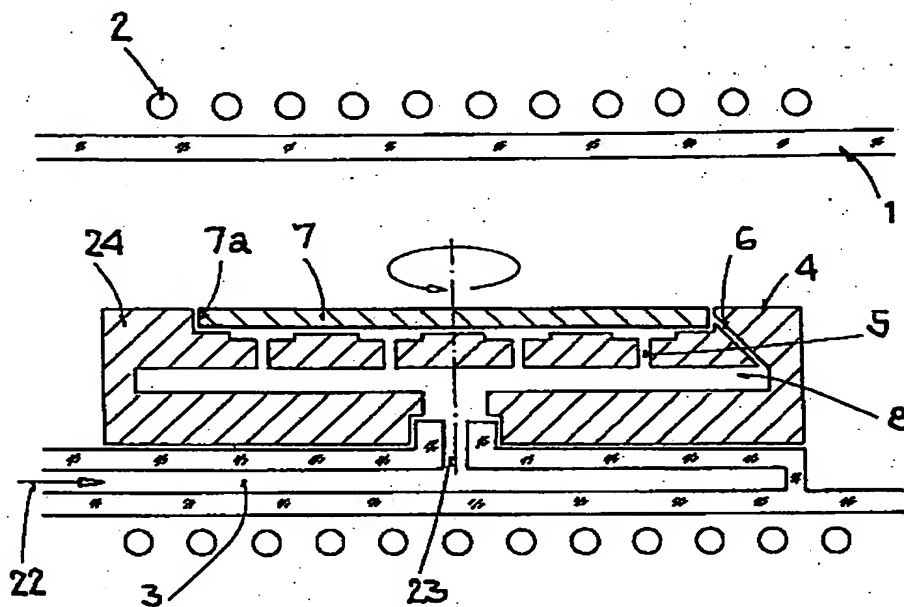


FIG. 1

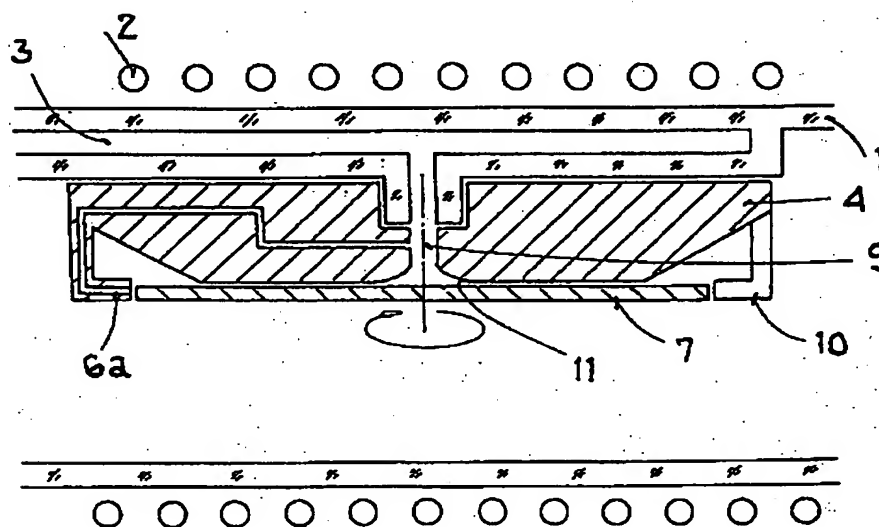


FIG. 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Gasphasen-Epitaxieverfahren, bei dem die Halbleiterscheiben während der Abscheidung auf einem Gaslager schwebend gehalten und gleichzeitig durch einen gerichteten Gasstrahl in Drehung versetzt werden.

Bei der Gasphasen-Epitaxie, insbesondere bei der epitaktischen Beschichtung von Halbleiterscheiben tritt das Problem auf, daß zur Erzielung einer gleichmäßigen Schichtdicke das zu beschichtende Substrat im Gasstrom innerhalb des Reaktors bewegt werden muß.

Bei einem aus der DE-OS 34 02 630 bekannten Verfahren wird ein plattenförmiger Körper, insbesondere eine Halbleiterscheibe, auf dem Gasstrom eines Trägergases schwebend und berührungsfrei gehalten und in Drehung versetzt und gleichzeitig einer Wärmebehandlung mittels elektromagnetischer Wellen unterzogen.

Bei diesem bekannten Verfahren ist kein Trägerkörper für die Halbleiterscheiben vorgesehen. Dieses hat jedoch den Nachteil, daß die epitaktische Abscheidung jeweils nur bei einer Halbleiterscheibe durchgeführt werden kann, so daß verschiedene Scheiben unterschiedlichen Prozeßbedingungen unterworfen sind und der Epitaxie-Prozeß bei mehreren Scheiben recht zeitaufwendig wird.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und die zu seiner Durchführung erforderliche Vorrichtung anzugeben, mit dem hochqualitative und gleichmäßige Epitaxieschichten bei vernünftigen Prozeßgeschwindigkeiten erzeugt werden können. Diese Aufgabe wird bei einem Gasphasen-Epitaxieverfahren der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, daß die Halbleiterscheiben auf zwei einander gegenüberliegenden parallelen Aufnahmeflächen eines Trägerkörpers dienenden Rotationskörpers angeordnet werden.

Hierbei wird der Trägerkörper durch einen aus Düsen austretenden Gasstrahl schwebend gehalten und eine Drehung des Trägerkörpers verursachende Düse wirkt vorzugsweise tangential auf den Rand des Trägerkörpers ein. Zur Gaslagerung des Trägerkörpers kann einmal die an sich bekannte Abhebmethode verwendet werden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, das hydrodynamische Paradoxon auszunutzen.

Zur Führung der gewölbten Außenfläche des Trägerkörpers wird vorzugsweise eine an die gewölbte Außenfläche des Trägerkörpers angepaßte Kalotte verwendet, in deren Oberfläche die Austrittsöffnungen für das Gas angeordnet sind. Dabei ist wenigstens eine Düse so angeordnet, daß sich der Rotationskörper um seine Achse dreht, während er durch die übrigen Düsen über die Kalottenfläche angehoben wird. Bei dem Rotationskörper kann es sich um eine Kugelschicht oder um eine Ellipsoidschicht handeln. Bei der Kalotte handelt es sich dementsprechend um eine Kugelkalotte oder um eine Kalotte mit konkaver, ellipsoider Oberfläche. Die Düsen können auch so angeordnet werden, daß sich der Rotationskörper um zwei senkrecht zueinander stehende Achsen dreht, wodurch eine optimale Bewegung der Halbleiterscheiben im Gasstrom des Reaktors erreicht wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Ferner wird die Erfindung nachstehend noch anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die

Fig. 1 und 2 zeigen Schnittdarstellungen durch einen Gasreaktor und durch die Vorrichtung zur Führung der zu beschichtenden Halbleiterscheiben gemäß dem

Stand der Technik, welche nicht beansprucht werden. Die

Fig. 3 zeigt nach der Erfindung in einer perspektivischen Ansicht einen als Kugelschicht ausgebildeten Trägerkörper für die zu beschichtenden Halbleiterscheiben.

Gemäß Fig. 1 ist ein Quarzreaktor 1 von einer Spule 2 umgeben, die zur induktiven Erwärmung des Halterungssystems für die zu beschichtenden Halbleiterscheiben 7 dient. Der Gasstrom 22 zum Anheben der Halbleiterscheiben 7 wird vorzugsweise noch in der Wandung des Reaktors zugeführt und tritt dort an einer Öffnung 23 aus dem Führungskanal 3 in das Halterungssystem für die Halbleiterscheiben 7 ein. Das Halterungssystem besteht vorzugsweise aus einem Körper 4 mit einer Anschlußöffnung an die Gaszuführung 23 und einem Hohlraum 8, in dem sich das Levitationsgas unterhalb der Düsenöffnungen 5 verteilt. Über den Düsenöffnungen 5 ist die Halbleiterscheibe 7 angeordnet, die durch das austretende Gas angehoben wird. Der Trägerkörper 4 weist vorzugsweise einen Randflansch 24 auf, der die Halbleiterscheibe 7 umfaßt und somit diese auch im angehobenen und schwebenden Zustand in ihrer Lage hält. Auf den Außenrand 7a der Halbleiterscheibe 7 ist eine weitere Düse 6 gerichtet. Der aus ihr austretende Gasstrom trifft tangential so auf den Außenrand 7a der Halbleiterscheibe 7 auf, daß die praktisch reibungslos auf dem Gaspolster gehaltene Halbleiterscheibe in Rotation um ihre Rotationsachse versetzt wird. Das Halterungssystem besteht beispielsweise aus Graphit.

Bei der Anordnung nach der Fig. 2 wird die Halbleiterscheibe 7 durch Adhäsion festgehalten, wobei das hydrodynamische Paradoxon nach Bernoulli ausgenutzt wird. Das Gas tritt wiederum durch den Führungskanal 3 in der Reaktorwand in das Halterungssystem 4 ein und strömt durch einen Kanal 11 radial an der Fläche der Halbleiterscheibe 7 nach außen ab. Dadurch wird die Halbleiterscheibe 7 schwebend gehalten und gleichzeitig über eine seitlich auf den Rand der Halbleiterscheibe 7 einwirkende Düse 6a in Rotation um die Rotationsachse 9 versetzt. Die Halbleiterscheibe 7 wird wiederum durch einen Flansch 10 am Körper 4 seitlich begrenzt, so daß sie ihre Rotationsachse während der Drehung beibehält.

Gemäß der Erfindung werden die Halbleiterscheiben 19, wie in Fig. 3 dargestellt, auf einem Trägerkörper 17 angeordnet. Der Trägerkörper 17 besteht aus einem punktsymmetrischen Rotationskörper mit einer gewölbten Außenfläche 21 und zwei ebenen, parallel zueinander angeordneten Außenflächen 18a und 18b, auf die die Halbleiterscheiben 19 aufgebracht werden. Hierbei können mehrere Halbleiterscheiben an den genannten Flächen befestigt werden. Der Rotationskörper 17 kann eine Kugelschicht oder eine Ellipsoidschicht sein. Die gewölbte Außenfläche des Rotationskörpers 17 wird in einer entsprechenden Kalotte 13 geführt, die als Kugelkalotte oder als Ellipsoidkalotte ausgebildet ist. In der konkaven Kalottenfläche sind die Düsenaustrittsöffnungen angeordnet, wobei die Düsenöffnungen 15 für die Anhebung des Rotationskörpers und damit für die Gaslagerung dieses Körpers sorgen, während eine Öffnung 14 die Rotation des Körpers um seine Rotationsachse bewirkt. Diese Düse 14 kann auch so angeordnet werden, daß sich der Rotationskörper 17 gleichzeitig um die Achse der Kalotte dreht, so daß die zu beschichtenden Halbleiterscheiben 19 optimal im Gasstrom ständig ihre Lage verändern.

Das Gas zur Anhebung des Rotationskörpers und zu seiner Drehung wird vorzugsweise durch den Kalotten-

körper 12 von unten hindurchgeführt, verteilt sich im Inneren des Kalottenkörpers 12 und tritt dann durch die Düsenöffnungen 14 und 15 aus. Im Zentrum der Kalottenfläche ist beispielsweise ein Führungstift 16 angeordnet, der über die Kalottenfläche hinausragt und in eine Führungsnut 20 am Umfang des Rotationskörpers 17 eingreift.

Durch diese Maßnahme wird der Rotationskörper 17 auch im angehobenen Zustand sicher geführt, so daß er nicht aus der Kalottenführung fallen kann. Selbstverständlich sind auch andere Maßnahmen denkbar, um den Rotationskörper 17 seitlich zu halten bzw. zu führen. Der Rotationskörper 17 und der Kalottenkörper 12 bestehen vorzugsweise aus Graphit. Als Levitationsgas wird beispielsweise das Trägergas für das Abscheidungsmaterial verwendet.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens und der zugehörigen Vorrichtung ist es gelungen, auch extrem dünne Epitaxieschichten in der Größenordnung von 10 nm mit gleichmäßiger Schichtdicke auf geeigneten Substratkörpern abzuscheiden. Außerdem ist mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein sehr rascher Gaswechsel möglich, was zur Erzielung dünner Schichtenfolgen von großer Bedeutung ist.

#### Patentansprüche

1. Gasphasen-Epitaxieverfahren, bei dem die Halbleiterscheiben während der Abscheidung auf einem Gaslager schwebend gehalten und gleichzeitig durch einen gerichteten Gasstrahl in Drehung versetzt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbleiterscheiben (19) auf zwei einander gegenüberliegenden parallelen Aufnahmeflächen (18a, 18b) eines als Trägerkörper (17) dienenden Rotationskörpers angeordnet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (17) durch aus Düsen (15) austretendes Gas angehoben und durch einen weiteren Gasstrom, der aus mindestens einer tangential angeordneten Düse (14) austritt, in Rotation versetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (17) unter Ausnutzung des hydrodynamischen Paradoxons schwebend gehalten wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (17) gleichzeitig um zwei zueinander senkrecht stehende Achsen rotiert.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Führung der gewölbten Außenflächen (21) des Trägerkörpers (17) eine mit Düsenöffnungen (14, 15) versehene Kalotte (13) vorhanden ist, wobei wenigstens eine Düse (14) die Rotation des Trägerkörpers (17) verursacht und weitere Düsen (15) zum Anheben des Rotationskörpers (17) vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Kalotte (13) Düsen (14, 15) so angeordnet sind, daß sich der Rotationskörper sowohl um seine Rotationsachse als auch um eine hierzu senkrecht stehende Achse dreht.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotationskörper aus einer punktsymmetrischen Kugelschicht besteht und daß die Kalotte (13) eine Kugelkalotte ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotationskörper aus Graphit besteht.

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Zentrum der Kalottenfläche (13) ein Führungstift (16) angeordnet ist, der in eine Nut (20) in der gewölbten Außenfläche (21) des Rotationskörpers (17) eingreift und diesen Rotationskörper führt.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

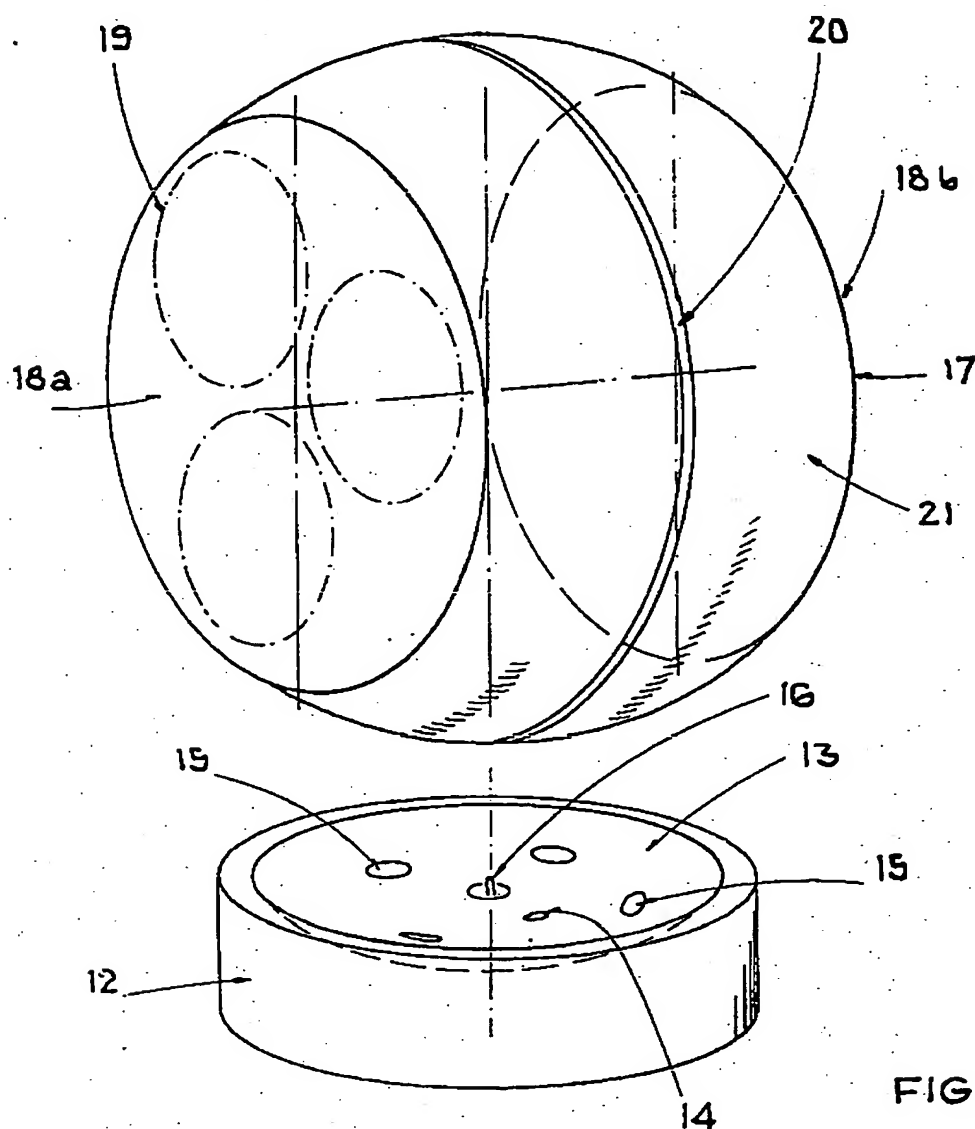


FIG. 3